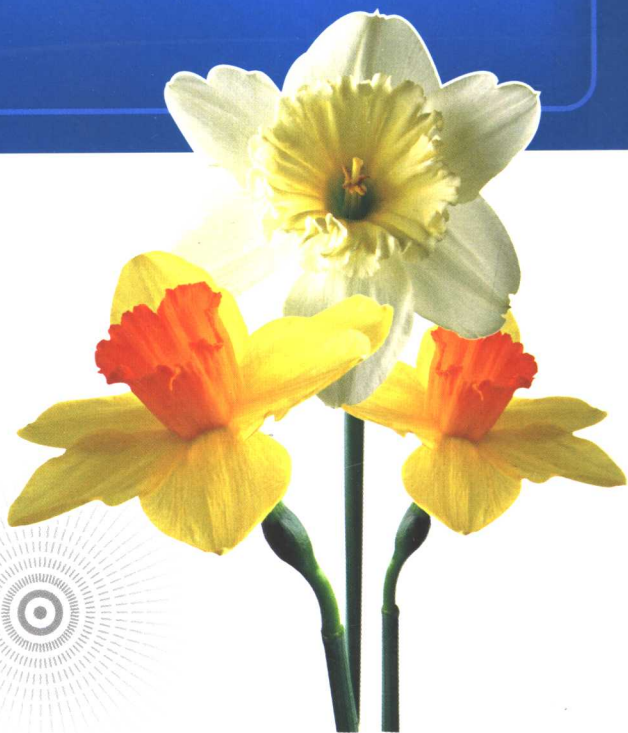


高等院校信息技术规划教材

C语言程序设计



徐连信 编著



清华大学出版社

第 2 章 数据类型、运算符及表达式

C 语言程序设计



第 2 章 数据类型、运算符及表达式



第 2 章 数据类型、运算符及表达式

高等院校信息技术规划教材

C语言程序设计



徐连信 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书遵循结构化程序设计方法的原则,运用文字、插图等表述方法,按照概念—方法—应用—外延的思维模式,深入浅出地介绍了C语言的基础算法和程序设计方法,具有很强的可读性和实用性。

本书以C语言的数据类型为主线,第1章简介程序设计概念;第2章到第8章,以基本数据类型为处理对象,讨论C语言程序设计的基础部分,包括C程序结构、数据类型、运算符和表达式、语句和函数、预编译命令;第9章到第12章,以用户定义数据类型为处理对象,讨论C语言程序设计的提高部分,包括数组、指针、结构和文件。除第1章、第2章和第8章外,各章都有概念填空、程序阅读、程序改错、程序填空和程序编写五种类型习题。本书配套教材《C语言程序设计习题解答与实验指导》给出了详细的习题解答。

本书可作为高等院校计算机专业本科教学用书,也可作为计算机专业大专、非计算机专业教学用书,还可作为工程技术人员的自学参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

C语言程序设计/徐连信编著. —北京:清华大学出版社,2005.9

(高等院校信息技术规划教材)

ISBN 7-302-11103-0

I. C… II. 徐… III. C语言—程序设计—高等学校—教材 IV. TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第068865号

出 版 者:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

组稿编辑:张 龙

文稿编辑:徐跃进

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:19.25 字数:451千字

版 次:2005年9月第1版 2005年9月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-11103-0/TP·7345

印 数:1~5000

定 价:25.00元

序

preface

忠文李

2003年8月

在科教兴国方针的指引下,我国高等教育进入了一个新的历史发展时期,招生规模 and 在校生数量都有了大幅度的增长。我们在进行着世界上规模最大的高等教育。与此同时,对于高等教育的研究和认识也在不断深化。高等学校要明确自己的办学方向和办学特色,这既是不断提高高等教育水平的必然要求,更是高校不断发展和壮大必须首先考虑的问题。

教育部领导明确提出要有相当部分的高校致力于培养应用型人才,此类院校在计算机教学中如何实现自己的培养目标,如何选择适用的应用型教材,已成为十分重要和迫切的任务。应用型人才的培养不能简单照搬研究型人才的培养方案,要在丰富的实践基础上认真总结,摸索新形势下的教学规律,在此基础上设计相关课程、改进教学方法,同时编写应用型教材。这一工作是非常艰巨的,也是非常有意义的。

在清华大学出版社的大力支持和配合下,于2003年成立了应用型教材编委会。编委会汇集了众多高校的实践经验,并经过集中讨论和专家评审,遴选了一批优秀教材,希望能够通过这套教材的出版和使用,促进应用型人才培养的实践发展,为建立新的人才培养模式作出贡献。

我们编写应用型教材的主要出发点是:

(1) 适应教育部对高等教育的新要求,以及市场对应用型人才需求量的不断增加。

(2) 计算机科学技术不断更新,发展速度加速,教材内容和教学方式将适时更新和改进。

(3) 教育技术的发展,对教材建设提出了更高的要求,教材将呈现出纸介质出版物、电子课件以及网络学习环境等相互配合的立体化形态。



(4) 突出应用,增强实训,根据不同的专业要求,加强针对性,使理论与实践紧密结合。

从上述各点出发,我们将努力建设一套全新的、有实用价值的应用型计算机教材。经过参编教师的努力,第一批教材已经面世。教材将滚动式地不断更新、修正、提高,逐渐树立起自己的品牌。希望使用本系列教材的广大师生不断反馈各类意见,逐步建设具有应用型特色的精品教材。

李文忠

2004年9月

前言

Foreword

程序设计语言是高等院校计算机专业的基础课,也是非计算机专业计算机应用教育的重要课程,已成为高等院校基础教学的组成部分。目前,国内高校基本选用 C++ 或 C 作为教学语言。普通高等院校、民办本科和专科院校,基本采用 C 和 C++ 分段教学模式,旨在加强程序设计语言基础教学,为后继软件课程的教学打下较扎实的理论和实践基础。

从 2000 年开始,高等院校的程序设计教学语言由 PASCAL 向 C 或 C++ 过渡。作者根据自己的教学体会,在自编讲义基础上,编写了《C 语言程序设计》以及配套的《C 语言程序设计习题解答与实验指导》。

本书以 C 语言的数据类型为主线编排。第 1 章简介程序设计概念。第 2 章到第 8 章,以基本数据类型为处理对象,讨论 C 语言程序设计的基础部分,包括 C 程序结构,数据表示(常量、变量、库函数引用,运算符和表达式),语句和函数,预编译命令。第 9 章到第 12 章,以用户定义数据类型为处理对象,讨论 C 语言程序设计的提高部分,包括数组、指针、结构和文件。本教材内容具有以下特点:

(1) 突出 C 语言实用的重点概念,加强程序阅读、编写和调试能力,是本课程教学的目标。本教材不追求 C 语言的语法全面性,而是较深入地研究实用的重点概念。加强用计算机求解问题的思维方法和分析问题的基本方法,以及基础算法的教学,组织完善的实践教学。

(2) 力求与 VC++ 兼容。具有对象程序设计功能的 C++,代表了程序设计语言的发展方向。从 C 到 C++ 是程序设计语言发展的必然。本教材从语法和程序结构两方面都力求与 VC++ 兼容。书中例题和习题解答的程序全在 VC++ 6.0 系统上调试和运行,也可在 Turbo C 2.0 系统上运行。

(3) 追求可读性和可理解性。本教材遵守循序渐进的原则,突出重点内容,运用文字、插图和测试相结合的表述技艺,将重点的抽象概念形象化,具有真实感,使读者能看得见、摸得着。

(4) 加强程序阅读、编写和调试能力教学。本教材强化了程序设计教学,全书均以概念、方法、应用展开。例题、习题解答、基础实验、课程设计等均突出知识点和研究方法。全书介绍了较多的基础算法,对常见的问题尽力采用分类法。按类深入讨论分析问题的方法和算法设计,力求达到学会一类问题的分析和设计方法,解决一批类似问题的编程。

(5) 多研究、多练习、多实践是学习 C 语言程序设计的高效方法。本教材围绕课程教学目标,除少数章,各章均有五种题型习题供读者研究和练习。教材中收集了较多的经过分类的题目,有易有难,能适应不同学生和读者的需求,便于因材施教。

(6) 加强良好程序风格训练,提高程序的可读性。全书程序均从源程序复制过来,具有良好程序风格,可作为学生和读者编程和上机实践的样本。

《C 语言程序设计》是以基础课程要求编写的。它不仅可作为计算机专业本科教学用书,也可作为计算机专业大专、非计算机专业教学用书,还可作为参加自考和工程技术人员自学参考书。书中带“*”的章节和习题,难度较大,大专和非计算机专业可以不讲授,仅供感兴趣的学生和读者研究。

在本书编写和出版过程中,得到王芝庆教授和清华大学出版社的热诚支持。史九林教授细致审阅了全书,提出了许多宝贵建议和修改意见。朱礼俊老师为本书出版付出了辛勤劳动。在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中一定存在不少缺点或错误,请老师和广大读者批评指正。

作者
2005 年 6 月

目录

Contents

11	第1章 程序设计概述	1
12	1.1 计算机系统	1
12	1.1.1 硬件系统的组成	1
12	1.1.2 软件系统的组成	3
12	1.2 问题求解	3
12	1.3 算法和三种基本程序结构	3
12	1.3.1 流程图	4
12	1.3.2 顺序结构	4
12	1.3.3 选择结构	5
12	1.3.4 重复结构	6
12	1.4 程序和程序设计语言	9
12	1.4.1 程序	9
12	1.4.2 程序设计语言	9
12	1.5 程序设计方法	11
12	1.5.1 结构化程序设计	11
12	1.5.2 面向对象程序设计	12
12	习题1	13
14	第2章 C程序	15
14	2.1 C语言	15
14	2.2 C程序结构	15
14	2.3 字符集和词法符号	17
14	2.3.1 字符集	17
14	2.3.2 关键字	18
14	2.3.3 标识符	18
14	2.3.4 分隔符	19
14	2.3.5 注释	19

2.4 C 程序的开发过程	19
习题 2	20
第 3 章 数据类型、运算符和表达式	21
3.1 数据类型	21
3.1.1 数据和数据类型	21
3.1.2 C 数据类型	21
3.2 C 基本数据类型	22
3.3 常量	23
3.3.1 字面常量	23
3.3.2 符号常量	25
3.4 变量	25
3.4.1 变量名和存储单元	25
3.4.2 变量的定义	25
3.4.3 变量的初始化	26
3.5 常用数学库函数	26
3.6 运算符和表达式	27
3.6.1 表达式的概念	27
3.6.2 算术运算符和算术表达式	33
3.6.3 关系运算符和关系表达式	35
3.6.4 逻辑运算符和逻辑表达式	35
3.6.5 条件运算符和条件表达式	37
3.6.6 赋值运算符和赋值表达式	37
3.6.7 逗号运算符和逗号表达式	38
* 3.6.8 位运算符和位运算表达式	38
3.6.9 有副作用的表达式	40
习题 3	41
第 4 章 顺序结构的程序设计	44
4.1 表达式语句和空语句	44
4.2 赋值语句	45
4.3 块语句	46
4.4 数据的输入输出	46
4.4.1 字符输入输出库函数	46
4.4.2 格式化输出库函数	47
4.4.3 格式化输入库函数	53
4.5 顺序结构的程序设计	56

习题 4	60
第 5 章 选择结构的程序设计	63
5.1 if 语句	63
5.1.1 if 语句的三种基本格式	63
5.1.2 if 语句的嵌套结构	67
5.1.3 if 语句的要点	69
5.2 switch 语句	71
5.2.1 switch 语句的格式	71
5.2.2 switch 语句的应用	71
习题 5	76
第 6 章 重复结构的程序设计	79
6.1 while 语句	79
6.1.1 while 语句的格式	79
6.1.2 while 语句的应用	80
6.2 do while 语句	81
6.2.1 do while 语句的格式	81
6.2.2 do while 语句的应用	81
6.3 for 语句	82
6.3.1 for 语句的格式	82
6.3.2 for 语句的应用	83
6.3.3 for 语句的基本变形	83
6.3.4 重复结构的嵌套	84
6.4 其他控制语句	86
6.4.1 continue 语句	86
6.4.2 break 语句	87
6.5 典型算法示例	87
6.5.1 递推法	87
6.5.2 迭代法	91
6.5.3 枚举法	92
6.5.4 取整数的各位数字	93
6.5.5 其他问题	95
习题 6	98
第 7 章 函数	103
7.1 函数概念	103



7.2	函数定义	104
7.3	函数调用	108
7.3.1	函数调用机制	108
7.3.2	函数调用格式	109
7.4	实参与形参	110
7.5	函数嵌套调用	110
7.6	函数递归调用	112
7.6.1	递归算法概念	112
7.6.2	递归函数	113
7.6.3	非数值处理	115
7.7	存储类别和变量的作用域	117
7.7.1	程序在内存的分布区域	117
7.7.2	局部变量和存储类别	118
7.7.3	全局变量和存储类别	120
7.8	外部函数和内部函数	122
习题 7		123
第 8 章	编译预处理	129
8.1	包含命令 #include	129
8.2	宏定义命令 #define	129
8.2.1	不带参数宏	129
8.2.2	带参数宏	130
8.3	条件编译命令 #if	131
习题 8		132
第 9 章	数组	133
9.1	一维数组	133
9.1.1	一维数组定义	133
9.1.2	一维数组元素	134
9.1.3	一维数组的初始化	135
9.1.4	一维数组的操作	135
9.1.5	数组名作为函数的形参	136
9.1.6	排序	137
9.1.7	查找	141
9.2	二维数组	144
9.2.1	二维数组定义	144
9.2.2	二维数组元素	146

9.2.3 二维数组的初始化	146
9.2.4 二维数组的操作	147
9.2.5 二维数组的应用	148
9.3 字符串	153
9.3.1 字符串定义	153
9.3.2 字符串的输入输出	154
9.3.3 字符串处理函数	157
9.3.4 字符串的应用	159
习题 9	165
第 10 章 指针	173
10.1 指针和指针运算	173
10.1.1 直接访问和间接访问	173
10.1.2 指针定义和初始化	174
10.1.3 指针的运算	176
10.2 指针与数组	180
10.2.1 指针与一维数组	180
10.2.2 指针与二维数组	182
10.2.3 指针数组	186
10.2.4 指向一维数组的指针	188
10.2.5 多级指针	189
10.3 指针与函数	191
10.3.1 指针作为函数形参	191
10.3.2 指针作为函数的返回值类型	194
10.3.3 函数指针	195
10.4 指针与字符串	197
10.4.1 字符串的表示方法	197
10.4.2 字符串处理函数的实现	198
10.4.3 字符型指针数组	201
10.5 带参数的 main 函数	203
习题 10	205
第 11 章 结构和其他类型	216
11.1 结构	216
11.1.1 结构类型定义	216
11.1.2 结构变量定义和结构成员	217
11.1.3 结构的操作	218

11.2	结构与指针	220
11.3	结构数组	222
11.3.1	结构数组的定义和初始化	222
11.3.2	结构数组的分量	223
11.3.3	结构数组排序	226
11.4	单向链表	230
11.4.1	堆内存空间的开辟和释放	230
11.4.2	单向链表结构	231
11.4.3	单向链表的建立和输出	232
11.4.4	单向链表的删除	236
11.4.5	单向链表的插入	239
11.4.6	单向链表的其他操作	242
11.5	联合	247
11.5.1	联合类型定义和变量定义	247
11.5.2	联合成员	248
11.5.3	联合的操作	248
11.6	枚举类型	248
11.6.1	枚举类型定义和变量定义	248
11.6.2	枚举类型的操作	249
习题 11		251
第 12 章	文件	263
12.1	文件概述	263
12.2	打开文件和关闭文件	265
12.2.1	打开文件函数	265
12.2.2	关闭文件函数	266
12.3	读写函数	266
12.3.1	fputc 函数和 fgetc 函数	266
12.3.2	fputs 函数和 fgets 函数	268
12.3.3	fprintf 函数和 fscanf 函数	270
12.3.4	fwrite 函数和 fread 函数	273
12.3.5	fseek 函数和二进制随机文件	276
习题 12		280
附录 A	标准 ASCII 码表	287
参考文献		290

程序设计概述

1946年,美国研制成功了第一台计算机 ENIAC,至今仅 50 多年的历史,而现在计算机及其应用已涉及社会的各个领域。但是,二进制和“存储程序”思想一直沿用到今。

应用计算机求解问题,首先必须设计程序并要将其存入计算机。程序设计是一个复杂的过程。本章简单介绍程序设计方面的一些基本概念,包括应用计算机求解问题的过程,算法和三种基本程序结构,程序设计语言和程序设计方法。

1.1 计算机系统

现代计算机系统由硬件系统和软件系统组成。硬件是指系统中的物理设备。软件是指各种各样的程序和文档资料。

1.1.1 硬件系统的组成

一台计算机一般有四大功能部件:中央处理器 CPU、存储器、输入设备和输出设备。图 1.1 展示了计算机的基本组成部件。

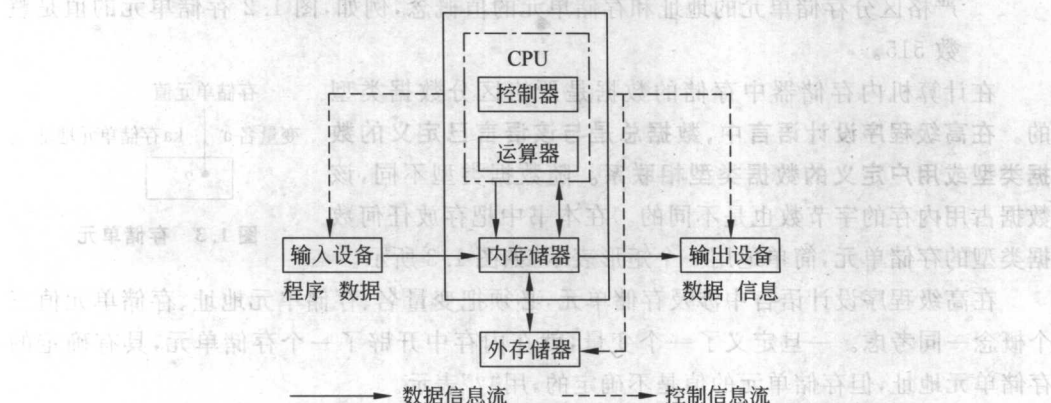


图 1.1 计算机的基本组成部件

1. 中央处理器 CPU

中央处理器包括控制器和运算器,是计算机的两个核心部件。控制器是计算机的指挥中心,控制指令执行的顺序。它从内存储器中取出指令并作出解释,将相应控制信息发送给运算器和其他功能部件,使计算机的有关功能部件协调工作,确保系统自动运行。运算器是对数据进行处理的部分,又称算术和逻辑部件,它完成算术运算和逻辑运算。

2. 存储器

学习高级程序设计语言不需要具备很多计算机硬件知识。但是,对内存储器的特性应有较深理解,并能在高级程序设计语言中灵活运用。

内存储器是计算机的记忆设备,存储程序和数据。它常常涉及以下术语:

- 位(bit) 存储一个二进制代码 0 或 1 的最小单元称为位,简称为 b。
- 字节(byte) 连续的 8 个位组成的存储单元称为字节,简称为 B。
- 字(word) 连续多个字节组成的存储单元称为字。

以十六位机为例,设有一存储单元存储一个十进制整数 515。图 1.2 显示了这三个术语的含义和相互关系。

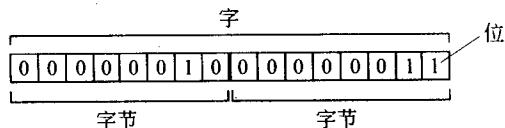


图 1.2 位、字节和字

- 地址 存储单元的编号称为该存储单元的地址。它可以字节或字编号。内存储器的单元很多,一般以字节计算; $1\text{KB}=1024\text{B}$, $1\text{MB}=1024\times 1024\text{B}$ 。目前,标准的内存配置为 128MB 或 256MB。存储单元中的内容称该存储单元的值。要严格区分存储单元的地址和存储单元的值概念,例如,图 1.2 存储单元的值是整数 515。

在计算机内存储器中存储的数据是严格区分数据类型的。在高级程序设计语言中,数据总是与该语言已定义的数据类型或用户定义的数据类型相联系。随数据类型不同,该数据占用内存的字节数也是不同的。在本书中把存放任何数据类型的存储单元,简单地用一个矩形表示,如图 1.3 所示。

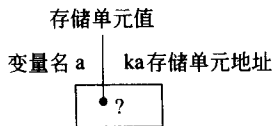


图 1.3 存储单元

在高级程序设计语言中涉及存储单元,必须把变量名、存储单元地址、存储单元值三个概念一同考虑。一旦定义了一个变量,就在内存中开辟了一个存储单元,具有确定的存储单元地址,但存储单元的值是不确定的,用“?”表示。

下面以存放整型数据的存储单元 n 为例,讨论存数和取数的特点,如图 1.4 所示。

从图 1.4 可清楚地看出存数和取数的规律:向存储单元存数,必须修改存储单元中的值,以新值取代原值,原值丢失。从存储单元中取数,取出存储单元的值后,该存储单

元中的值仍保持原值不变。

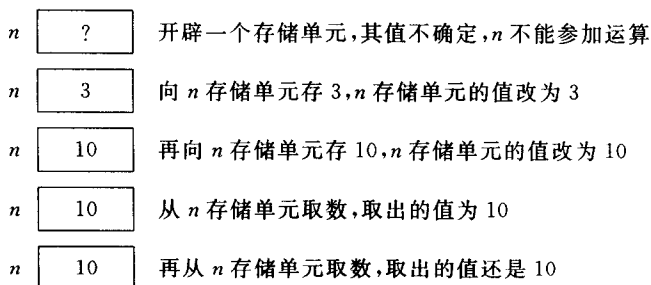


图 1.4 存数和取数

3. 输入和输出设备

输入设备是用于把信息输入计算机。输出设备是从计算机中输出信息。一台计算机一般都配有一台输入设备和一台输出设备。微型计算机常见的是配置一个键盘和一台屏幕显示器,作为输入和输出设备。

1.1.2 软件系统的组成

软件使人们不必过多地了解计算机本身的结构与原理,就能方便灵活地使用计算机。也就是说,软件在用户和计算机之间架起了一座桥梁。

按软件功能划分,软件可分为系统软件和应用软件两大类。系统软件包括操作系统、语言处理系统、数据库管理系统、软件工具等。其中操作系统是计算机所有系统软件的核心。应用软件包括各种各样用途的应用软件包和用户程序。

1.2 问题求解

应用计算机求解问题是一个复杂的过程,包括问题分析,建立数据模型,设计算法,编程,调试和测试,文档整理等。学习程序设计,要按这个步骤一步一步地解决问题。掌握和学会问题求解方法,是学习高级语言的重点,也是最大难点。它将贯穿于教学的整个过程,渗透到各个教学环节。问题求解过程如图 1.5 所示。

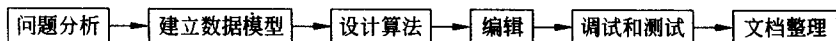


图 1.5 问题求解过程

1.3 算法和三种基本程序结构

一个 C 程序包含两方面描述:数据描述和操作描述。数据描述是指程序中数据的数据类型和数据组织形式,称为数据结构(data structure)。操作描述是指问题求解方法